

REVESTIMENTOS COM METILCELULOSE: FORTIFICAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE MORANGOS

Albanir R. Pereir¹; Fernanda N. C. Lopes¹, Giovanna D. O. da Luz¹, Andreia B. Mayer¹, Sarah C. de O. Teixeira², Michael R. Nunes², Elisa M. P. Telli³; Ana Emília Siegloch¹, Cleonice G. da Rosa¹

¹Programa de Pós Graduação em Ambiente e Saúde / Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC), 88509-900, Lages, SC, Brasil

²Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Lages, 88506-400, Lages, SC, Brasil

³Curso de Biomedicina// Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC), 88509-900, Lages, SC, Brasil

Palavras-Chave: Nutrição, Biopolímeros, Saúde.

Introdução

A conservação pós-colheita de frutas é um tema de grande relevância, especialmente quando se considera a alta perecibilidade de produtos como os morangos (*Fragaria ananassa*) (Andrade Júnior *et al.*, 2016). Essas frutas, populares em diversas partes do mundo, são valorizadas não apenas por seu sabor doce e aroma agradável, mas também por seu perfil nutricional rico em vitaminas, minerais e antioxidantes (Padmanabhan *et al.*, 2016). Contudo, a vida útil dos morangos é limitada, devido a fatores como danos mecânicos, perda de água e suscetibilidade a infecções fúngicas (Satitmunnaithum *et al.*, 2022). A necessidade de tecnologias eficazes para preservar a qualidade e prolongar a vida de prateleira dessas frutas se torna, portanto, um desafio constante para a indústria alimentícia (Lewers *et al.*, 2020).

Uma abordagem promissora para melhorar a conservação dos morangos é o uso de revestimentos comestíveis, que atuam como barreiras protetoras (Liyanapathirana *et al.*, 2023). Esses revestimentos podem ser elaborados a partir de biopolímeros, como a metilcelulose, que, além de serem seguros para consumo humano, oferecem propriedades desejáveis para a preservação da qualidade dos alimentos (Priya; Thirunavookarasu; Chidanand, 2023). A metilcelulose é um derivado da celulose, conhecido por suas características de formação de filmes e solubilidade em água, o que a torna ideal para aplicações em revestimentos de frutas (Lino *et al.*, 2022). Além de controlar a umidade e reduzir a troca gasosa, esses filmes podem ser formulados para incluir nutrientes adicionais, oferecendo uma estratégia inovadora de fortificação alimentar (De Melo *et al.*, 2021).

A fortificação de alimentos, especialmente com vitamina D, se torna uma estratégia relevante em um cenário global onde a deficiência desse micronutriente é considerada um problema de saúde pública (De Melo *et al.*, 2021). A vitamina D, um hormônio lipossolúvel, desempenha um papel fundamental na absorção de cálcio e na manutenção da saúde óssea, além de estar associada à função imunológica e à prevenção de diversas doenças crônicas (Berretta *et al.*, 2022). Em particular, a população idosa é vulnerável a essa deficiência, devido a fatores como a diminuição da síntese cutânea desse hormônio em resposta à luz solar e a dificuldades em manter uma dieta equilibrada (Kaur *et al.*, 2019). A fortificação de morangos com vitamina D, através de revestimentos comestíveis, poderá aumentar a disponibilidade desse nutriente, mas também incentivaria o consumo de frutas, promovendo uma alimentação mais saudável.

Diante do exposto, a pesquisa sobre o desenvolvimento de revestimentos comestíveis de metilcelulose fortificados com vitamina D para morangos é uma proposta inovadora que visa enfrentar os desafios da conservação pós-colheita, ao mesmo tempo em que promove a saúde pública. A aplicação dessa tecnologia visa principalmente melhorar a vida útil dos morangos, mas também pode ser utilizada como uma estratégia eficaz para aumentar a ingestão de vitamina D em populações vulneráveis. Assim, a combinação de ciência e inovação tecnológica poderá oferecer uma solução prática e nutritiva, contribuindo para a melhoria da saúde da população.

Material e Métodos

Filmes de metil-celulose (MC) foram aplicados como revestimento comestível de morangos, os frutos foram obtidos no comércio local (São Joaquim, SC, Brasil) no ponto de maturação comestível, primeiramente, a solução filmogênica foi preparada solubilizando MC

e TCM (triglicerídeo de cadeia média) em água deionizada, seguida da adição 14.000 UI de vitamina D, em seguida, a solução filmogênica foi aplicada na superfície dos morangos a 25 °C, por imersão por 5 min.

Após a aplicação da solução filmogênica, os morangos foram secos em estufa de circulação de ar (35 °C, 30 h) e armazenados em temperatura refrigerada (6 ± 2 °C) por 10 dias para avaliar a conservação pós-colheita

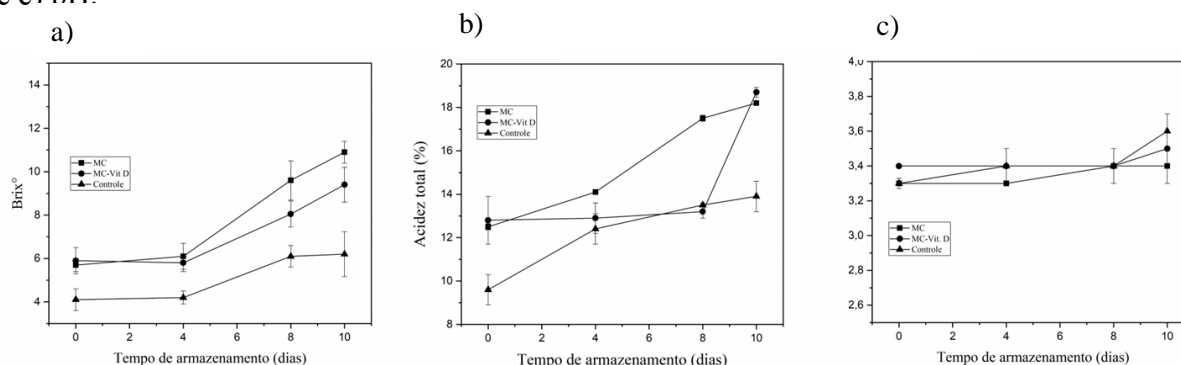
A caracterização físico-química foi realizada com os frutos de morango e as análises foram determinadas em triplicata. A acidez total foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$), e os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico por kg de polpa em matéria fresca (g kg^{-1}). Para determinação do pH, 5 g de polpa serão diluídas em 50 mL de água deionizada e, em seguida, o pH foi determinado em pHmetro digital. Os sólidos solúveis totais (SST) foram quantificados utilizando um refratômetro digital (0–93%, Pal-3; Atago, Itabashi, Tóquio) e os resultados foram expressos em °Brix, a firmeza da fruta foi determinada em penetrômetro digital (MOD. PTR-300-Instrutherm) e os resultados foram expressos em (N). O diâmetro será nos frutos e o resultado expresso em cm. O peso dos frutos será realizado e o resultado expresso em gramas (g) aos 0, 4, 8 e 10 dias de armazenamento (Sganzerla *et al.*, 2021).

Resultados e Discussão

Aplicação de revestimento de MC na conservação pós-colheita de morangos

Para demonstrar a conservação pós-colheita dos morangos revestidos com MC, para a aplicação como veículo para a fortificação de alimentos com vitamina D para ser utilizada como suplemento deste nutriente, os morangos foram revestidos com MC, e a conservação pós-colheita foi avaliada por 10 dias sob temperatura de refrigeração (Fig. 1).

Figura 1: Avaliação da conservação pós-colheita de morangos. a) Sólidos solúveis, b) Acidez e c) pH.



Os morangos com a cobertura de MC apresentaram um aumento significativo nos teores de sólidos solúveis durante o armazenamento (Fig. 1a), evidenciando a eficácia dos revestimentos na preservação dos sólidos, e conseqüentemente do sabor doce. Os frutos revestidos com MC e MC+vitamina D demonstraram melhorias notáveis em comparação com o grupo controle. Esta manutenção dos sólidos solúveis sugere uma maior integridade celular e menor perda de água nos morangos revestidos. Conseqüentemente, os resultados indicam que os revestimentos podem melhorar a aceitação sensorial, favorecendo a doçura e o sabor. Essas conclusões têm implicações relevantes para a conservação de frutas na indústria alimentícia (Ungureanu *et al.*, 2023).

A acidez total dos morangos aumentou ao longo do período de armazenamento, com os revestimentos de MC e MC+vitamina D demonstrando um maior nível de acidez em comparação ao grupo controle (Fig. 1 b). Esse aumento sugere que os revestimentos podem ter

inibido a degradação dos compostos ácidos, preservando a acidez e, conseqüentemente, a qualidade sensorial dos frutos. A manutenção da acidez é fundamental, pois impacta diretamente o sabor e a percepção de frescor dos morangos. Esses resultados indicam que os revestimentos podem contribuir para a extensão da vida útil dos frutos, sendo fundamental na conservação pós colheita de morangos (Seididamyeh *et al.*, 2024).

Os valores de pH dos morangos revestidos apresentaram um padrão de aumento que acompanhou a tendência da acidez total (Fig. 1c). Essa elevação no pH é esperada durante o amadurecimento, refletindo o consumo de ácidos orgânicos, que fornece energia para as atividades fisiológicas dos frutos. Embora os revestimentos contribuam para a preservação da acidez, os morangos continuam a sofrer processos metabólicos que alteram sua composição química. É relevante ressaltar que, embora um aumento no pH possa ser indicativo de deterioração, ele também pode ser influenciado por fatores como maturação e condições de armazenamento (Ladaniya, 2008).

Conclusões

Os resultados deste estudo evidenciam a eficácia dos revestimentos de metilcelulose, especialmente quando funcionalizados com vitamina D, na conservação das características físico-químicas dos morangos.

A capacidade de limitar a perda de sólidos solúveis e manter a acidez e o pH em níveis desejáveis sugere que esses revestimentos são uma abordagem promissora para melhorar a qualidade e a durabilidade dos morangos na pós-colheita.

A preservação da qualidade físico-química pode ter implicações significativas para a aceitação do consumidor e a competitividade no mercado. Estudos futuros devem explorar diferentes formulações de revestimentos e suas interações com outros compostos bioativos para otimizar ainda mais a conservação de frutas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio dos seguintes financiamentos de pesquisa: FAPESC- CP 54/2022 - TO2023TR000648, TO2023TR000883 e TO 2023TR000884, FAPESC 15/2023 TO2023TR001418 e FAPESC 15/2023 TO2023TR001518. FAPESC CP 15/2023 - TO2023TR001418 e TO2023TR001518. CNPQ-Chamada CNPQ nº 69/2022- Apoio a pesquisa científica, tecnológica e de inovação: Bolsas de Mestrado e Doutorado- Programa Institucional de Bolsas de Pós-Graduação (PIBPG) CAPES-PDPG-CONSOLIDACAO-3-4/Programa de Desenvolvimento da Pós-Graduação (PDPG) Emergencial de Consolidação Estratégica dos Programas de Pós-Graduação stricto sensu acadêmicos.

Referências

- ANDRADE JÚNIOR, Valter C *et al.* Conservação pós-colheita de frutos de morangueiro em diferentes condições de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 405–411, 2016.
- BERRETTA, Massimiliano *et al.* The Multiple Effects of Vitamin D against Chronic Diseases: From Reduction of Lipid Peroxidation to Updated Evidence from Clinical Studies. **Antioxidants**, [s. l.], v. 11, n. 6, p. 1090, 2022.
- DE MELO, Ana Paula Zapelini *et al.* Nanoencapsulation of vitamin D3 and fortification in an experimental jelly model of *Acca sellowiana*: Bioaccessibility in a simulated gastrointestinal system. **LWT**, [s. l.], v. 145, p. 111287, 2021.
- KAUR, Damanpreet *et al.* Nutritional Interventions for Elderly and Considerations for the Development of Geriatric Foods. **Current Aging Science**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 15–27, 2019.
- LADANIYA, Milind S. FRUIT QUALITY CONTROL, EVALUATION, AND ANALYSIS. *In: CITRUS FRUIT*. [S. l.]: Elsevier, 2008. p. 475–499. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123741301500218>. Acesso em: 22 set. 2024.



LEWERS, Kim S. *et al.* Consumer preference and physiochemical analyses of fresh strawberries from ten cultivars. **International Journal of Fruit Science**, [s. l.], v. 20, n. sup2, p. 733–756, 2020.

LINO, Renata Calegari *et al.* Production of methylcellulose films functionalized with poly- ϵ -caprolactone nanocapsules entrapped β -carotene for food packaging application. **Food Research International**, [s. l.], v. 160, p. 111750, 2022.

LIYANAPATHIRANAGE, Anuradhi *et al.* Recent Developments in Edible Films and Coatings for Fruits and Vegetables. **Coatings**, [s. l.], v. 13, n. 7, p. 1177, 2023.

PADMANABHAN, P. *et al.* Strawberries. In: **ENCYCLOPEDIA OF FOOD AND HEALTH**. [S. l.]: Elsevier, 2016. p. 193–198. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B978012384947200667X>. Acesso em: 22 set. 2024.

PRIYA, Krishna; THIRUNAVOOKARASU, Nirmal; CHIDANAND, D.V. Recent advances in edible coating of food products and its legislations: A review. **Journal of Agriculture and Food Research**, [s. l.], v. 12, p. 100623, 2023.

SATITMUNNAITHUM, Junjira *et al.* Microbial population size and strawberry fruit firmness after drop shock-induced mechanical damage. **Postharvest Biology and Technology**, [s. l.], v. 192, p. 112008, 2022.

SEIDIDAMYEH, Maral *et al.* Gum Arabic edible coating embedded aqueous plant extracts: Interactive effects of partaking components and its effectiveness on cold storage of fresh-cut capsicum. **Food Control**, [s. l.], v. 159, p. 110267, 2024.

SGANZERLA, William Gustavo *et al.* Bioactive and pH-sensitive films based on carboxymethyl cellulose and blackberry (*Morus nigra* L.) anthocyanin-rich extract: A perspective coating material to improve the shelf life of cherry tomato (*Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme*). **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, [s. l.], v. 33, p. 101989, 2021.

UNGUREANU, Camelia *et al.* Bio-Coatings for Preservation of Fresh Fruits and Vegetables. **Coatings**, [s. l.], v. 13, n. 8, p. 1420, 2023.